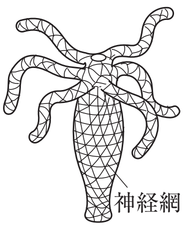
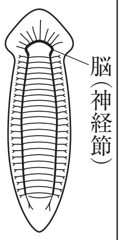
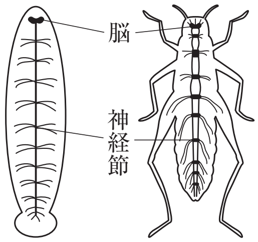
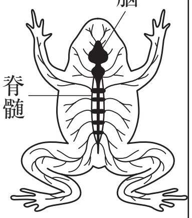
第29講　神経系

■神経系

◆神経系の発達

散在神経系（さんざい）	集中神経系		
	かご形神経系	はしご形神経系	管状神経系
刺胞動物	扁形動物	環形動物　節足動物	脊つい動物
			
ヒドラ	プラナリア	ヒル　バッタ	カエル

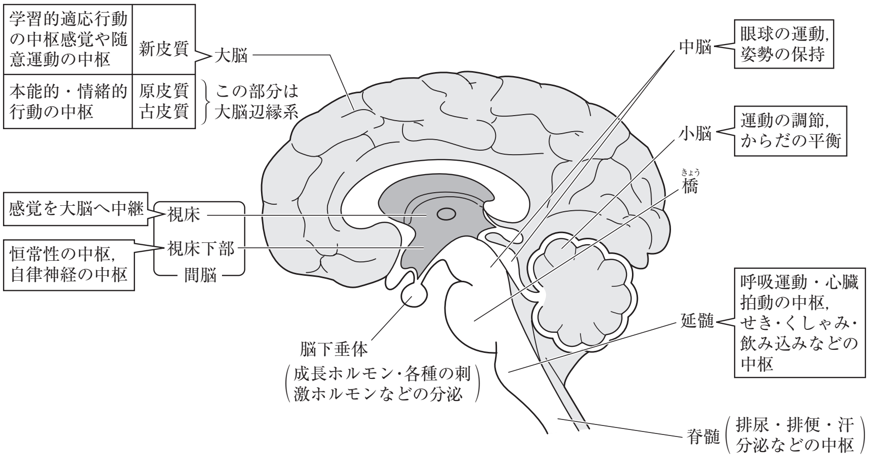
◆管状神経系

- 管状神経系
  - 中枢神経
    - 脳（大脳・間脳・中脳・小脳・延髄）
    - 脊髄
  - 末しょう神経系
    - 体性神経系
      - 感覚神経（受容器から中枢へ情報を伝達する求心性神経）
      - 運動神経（中枢から効果器へ命令を伝達する遠心性神経）
    - 自律神経系
      - 交感神経
      - 副交感神経

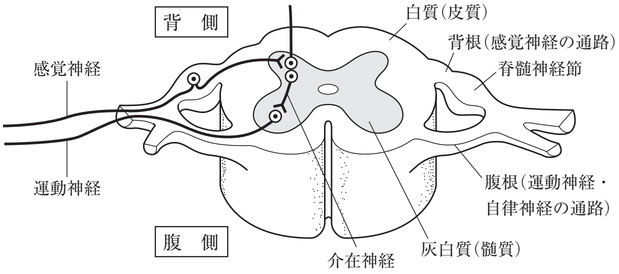
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■中枢神経系

◆脳

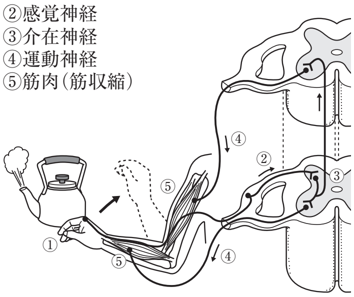


◆脊髄

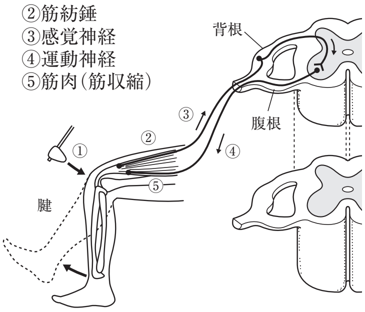


◆反射…大脳を介さない運動。

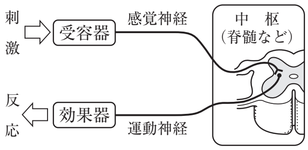
●屈筋反射
①刺激（熱受容器）
②感覚神経
③介在神経
④運動神経
⑤筋肉（筋収縮）



●膝がい腱反射
①刺激（腱を伸ばす）
②筋紡錘
③感覚神経
④運動神経
⑤筋肉（筋収縮）



●反射弓　反射における興奮の伝達経路。



（反射の中枢）

- 脊髄…膝がい腱反射，屈筋反射
- 延髄…唾液の分泌，せき，くしゃみ
- 中脳…瞳孔反射，姿勢保持の反射

ⒸRECRUIT HOLDINGS

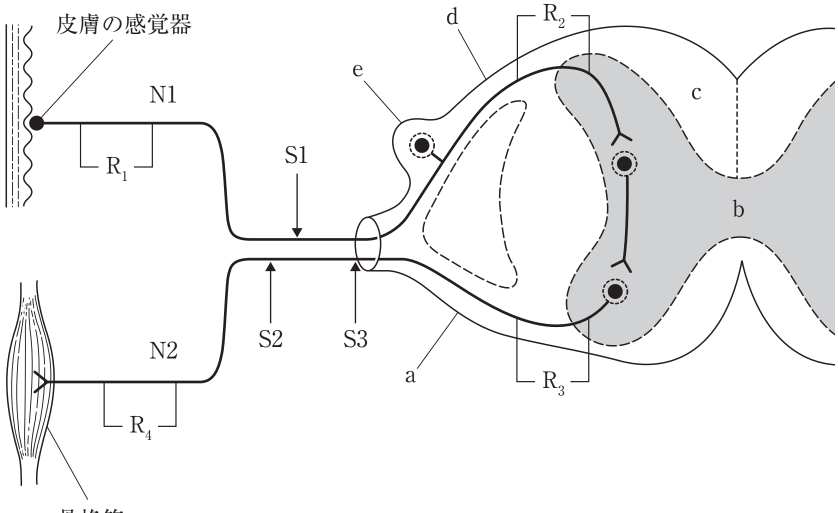
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　演習問題

ホ乳類の神経に関する文を読み，以下の問いに答えよ。

あるホ乳類の脊髄の断面図と脊髄反射の経路の模式図が図1に示してある。図中のN1とN2はニューロンの軸索を，a～eは脊髄およびその周辺の各部位の位置を，S1～S3は刺激電極の位置を，R_1～R_4は記録電極の位置をそれぞれ示してある。図中のbの部分は［ア］が集まった部分，cの部分は［イ］が集まった部分で，大脳と逆の構造をしている。

図1



問1　次の(1)，(2)に答えよ。

(1)　文中の［ア］，［イ］に入る語句はどれか。①～⑥よりそれぞれ選んで番号を答えよ。

① ミトコンドリア　　② 神経繊維
③ 筋繊維　　④ 中心体
⑤ 細胞体　　⑥ 軟骨

(2)　図1中のa～eの名称は何か。①～⑨よりそれぞれ選んで番号を答えよ。

① 白質　　② 背根
③ シナプス　　④ 脊髄神経節
⑤ ランビエ絞輪　　⑥ 髄鞘
⑦ 腹根　　⑧ 灰白質
⑨ シナプス小胞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　S1で電気刺激をしたところ骨格筋に収縮が観察された。この場合，R_1～R_4のうち活動電位が記録できるのはどこか。①～⑦より１つ選んで番号を答えよ。

① R_4　② R_3，R_4　③ R_2　④ R_2，R_3
⑤ R_2，R_4　⑥ R_2，R_3，R_4　⑦ R_1，R_2，R_3，R_4

問３　S2で電気刺激をしたところ骨格筋に収縮が観察された。この場合，R_1～R_4のうち活動電位が記録できるのはどこか。①～⑦より１つ選んで番号を答えよ。

① R_4　② R_3，R_4　③ R_2　④ R_2，R_3
⑤ R_2，R_4　⑥ R_2，R_3，R_4　⑦ R_1，R_2，R_3，R_4

問４　S2とS3で同時に閾値以上の刺激を与えた場合，R_3ではどのような反応が観察されるか。①～⑤より１つ選んで番号を答えよ。

① １個の活動電位だけが観察される。
② ２個の活動電位が観察される。
③ ３個以上の活動電位が観察される。
④ 活動電位は互いに打ち消されるので１個も観察されない。
⑤ S2とS3で加える刺激の大きさにより，２個の場合もあるし，３個以上の場合もある。

問５　興奮のニューロン内を伝わる伝導速度を求めるために，刺激を与えてから，骨格筋が収縮するまでの時間を測定してみた。骨格筋から2.5cmのところにあるS2を刺激すると，骨格筋は5.8ミリ秒後に収縮した。骨格筋から4.5cmにあるS3を電気刺激すると，6.6ミリ秒後に収縮した。ニューロンN2の伝導速度はいくらか。①～⑧より１つ選んで番号を答えよ。

① 4.3m/秒　② 6.8m/秒　③ 12.5m/秒　④ 25.0m/秒
⑤ 28.4m/秒　⑥ 43.2m/秒　⑦ 68.2m/秒　⑧ 75.0m/秒

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　確認テスト

(1)と(2)の文を読み，問1～5に答えよ。

(1)　末しょう神経は［ア］系と［イ］系に分けられ，［ア］系には受容器からの刺激を脳や脊髄に伝えるはたらきをする神経である［ウ］と，脳や脊髄からの指令を効果器に伝えるはたらきをする神経である運動神経がある。運動神経の軸索は［エ］に囲まれた有髄神経繊維であり，その末端は骨格筋と神経筋接合部を形成して接している。運動神経が興奮すると，神経終末内にある［オ］から，［カ］などの伝達物質がシナプス間隙に放出される。筋繊維の表面にある受容体が伝達物質を受け取り，［キ］が発生する。筋肉全体に興奮が伝わると，筋小胞体からカルシウムイオンが放出される。カルシウムイオンは調節タンパク質と結合し，a)太いフィラメントと細いフィラメントが接触できるようになる。太いフィラメントにある多数の突起はATPを分解する機能をもっており，ATPの分解によって得られるエネルギーを利用して，細いフィラメントは太いフィラメントの間に滑り込む。その結果，［ク］の長さが短縮し，筋肉全体が収縮する。

問１　文中の［ア］～［ク］に入る最も適当な語句を１～15からそれぞれ選べ。（必要ならば同じ語句を複数回選択せよ。）

１．交感神経　　２．体性神経
３．感覚神経　　４．自律神経
５．副交感神経　　６．ノルアドレナリン
７．アセチルコリン　　８．ゴルジ体
９．サルコメア　　10．受容体
11．シナプス小胞　　12．活動電位
13．アドレナリン　　14．髄鞘
15．暗帯

問２　下線部a)の太いフィラメントはどのような分子からできているか，1～6から選べ。

１．ミオシン　　２．クレアチン　　３．グリセリン　　４．オーキシン
５．トロンビン　　６．アクチン

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　図１に示したATPの構造のア～ウと，点線で囲まれたエの物質名を1～8からそれぞれ選べ。

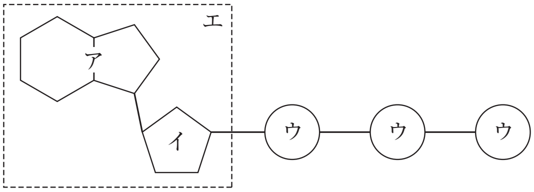


図１

１．核　　２．デオキシリボース
３．クエン酸　　４．ピルビン酸
５．リン酸　　６．リボース
７．アデニン　　８．アデノシン

(2)　神経筋標本(図２)を用いて，神経のＡ点とＢ点をそれぞれ刺激したところ，図３に示す単収縮曲線が得られた。筋肉とＡ点の距離は６cm，筋肉とＢ点の距離は４cmであった。

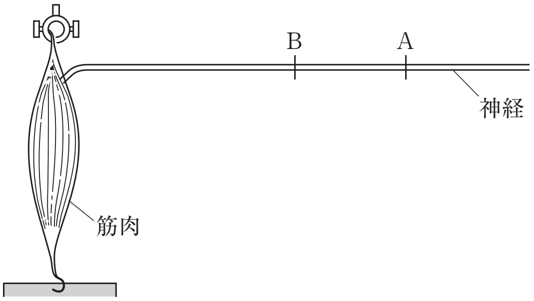


図２

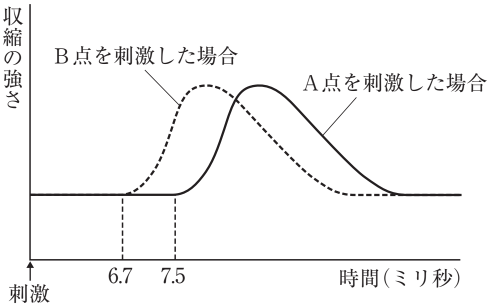


図３

問４　図２に示す神経の伝導速度は何m/秒か，小数点第１位まで(小数点第２位以下を切り捨て)答えよ。

問５　興奮が神経の末端に達してから，筋肉が収縮するまでの時間は何ミリ秒か，小数点第１位まで(小数点第２位以下を切り捨て)答えよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　演習問題

問１　(1)　ア　⑤　　イ　②

　　　(2)　a　⑦　　b　⑧　　c　①　　d　②　　e　④

問２　⑦

問３　②

問４　①

問５　④

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　確認テスト

問１　ア　2　イ　4　ウ　3　エ　14

オ　11　カ　7　キ　12　ク　9

問２　1　　問３　ア　7　イ　6　ウ　5　エ　8

問４　25.0m/秒　　問５　5.1ミリ秒

【解説】

問１　末しょう神経系はその機能に応じて体性神経系と自律神経系に大別される。体性神経系は，受容器からの刺激を脳や脊髄に伝える求心的な感覚神経と，その刺激に対する反応を中枢から効果器に伝える運動神経からなる。脊椎動物の神経繊維は髄鞘をもつ有髄神経繊維と，髄鞘をもたない無髄神経繊維に分けられ，前者は跳躍伝導によって非常に速く興奮を伝えることができる。軸索末端にはアセチルコリンやノルアドレナリンなどの神経伝達物質を含んだシナプス小胞があり，これらの伝達物質がシナプス間隙に放出され，樹状突起側の受容体に結合することで伝達が成立する。筋収縮の単位となる構造はサルコメアと呼ばれ，細いアクチンフィラメントと太いミオシンフィラメントの複合体である。

問２　サルコメアを構成する繊維のうち，太い方はミオシンフィラメントと呼ばれ，ミオシンと呼ばれるATP分解酵素活性をもったタンパク質からなる。

問３　生体内のエネルギー代謝の仲立ちを行うATP（アデノシン三リン酸）は，塩基であるアデニンと五炭糖であるリボースが結合したアデノシンに，リン酸が３つ結合して出来ている。リン酸が２つの場合は，ADP（アデノシン二リン酸），１つの場合はAMP（アデノシン一リン酸）と呼ばれる。

問４　A点を刺激した場合に，筋の収縮が起きるまでの7.5ミリ秒には，６cm分の伝導に要する時間と興奮が神経の末端に達してから実際に筋が収縮するのに要する時間が含まれている。B点を刺激した場合の6.7ミリ秒には，４cm分の伝導に要する時間と興奮が神経の末端に達してから実際に筋が収縮するのに要する時間が含まれている。ゆえに，その両者の差である，$7.5-6.7=0.8$ミリ秒は，２cm分の伝導に要する時間ということになる。以上より，伝導速度を求めると，$\frac{2[\text{cm}]}{0.8[\text{ミリ秒}]}=25.0[\text{m/秒}]$となる。

問５　問４より，２cmの伝導に0.8ミリ秒を要することが分かるので，４cm分の伝導には1.6ミリ秒が必要である。B点を刺激した場合の6.7ミリ秒には，４cm分の伝導に要する時間と興奮が神経の末端に達してから実際に筋が収縮するのに要する時間が含まれているので，差し引いて，$6.7-1.6=5.1$ミリ秒が答えとなる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。